饲粮添加硬脂酰乳酸钠对断奶仔猪生长性能、血清生化指标及养分表观消化率的影响

邓 波 吴 杰 郭红炳 吕金辉 徐子伟*

(浙江省农业科学院畜牧兽医研究所，杭州 310021)

摘 要：本文旨在研究硬脂酰乳酸钠（SSL）对断奶仔猪生长性能、血清生化指标及养分表观消化率的影响。试验选择 25 日龄的断奶仔猪 336 头，按体重随机分为 6 组，每组 7 个重复，每个重复 8 头猪。SSL 添加水平分别为 0、250、500、750、1 000 和 2 000 mg/kg，试验分 2 个阶段，每阶段 21 d。试验测定仔猪生长性能，谷丙转氨酶、谷草转氨酶、总胆固醇等血清生化指标及能量、干物质、氮和粗脂肪表观消化率。结果表明：与对照组相比，1）饲粮中添加 500、750 和 1 000 mg/kg SSL 能显著降低仔猪第 2 阶段料重比（$P<0.05$），添加 1 000 mg/kg SSL 显著降低全期料重比（$P<0.05$）；2）饲粮中添加 SSL 有降低试验第 42 天仔猪血清谷草转氨酶、谷丙转氨酶活性，增加血清高密度蛋白胆固醇含量及高密度蛋白胆固醇/低密度蛋白胆固醇值的趋势，且以添加水平为 2 000 mg/kg 时达到显著水平（$P<0.05$）；3）SSL 能显著提高粗脂肪表观消化率（$P<0.05$），并且有提高氮及能量表观消化率的趋势，当添加水平为 2 000 mg/kg 时达到显著水平（$P<0.05$）。结果提示，饲粮添加 SSL 能降低仔猪料重比，提高饲料养分尤其是粗脂肪的表观消化率。

关键词：硬脂酰乳酸钠；断奶仔猪；粗脂肪；养分表观消化率；血清生化指标

中图分类号：S816.7 文献标识码：A 文章编号：

能量水平是影响仔猪断奶后生长的重要营养因素，而常规饲粮一般难以满足仔猪对能量的需求，在实际生产中常常通过添加油脂来提高仔猪饲粮的能量水平。然而由于胃肠道功能尚未发育完全，脂肪酶和胆酸分泌不足[1]，仔猪对饲粮中脂肪的利用率较低。乳化剂是一种表面活化剂，主要作用是将 2 种互不相融溶液中的一种进行乳化，从而使其能够均匀地分布于另一种液体中，形成一种均匀的乳状液。研究表明在肉鸡饲粮中添加乳化剂可以促进脂肪形成乳糜微粒，从而促进脂肪的消化吸收[2]。在猪饲粮中添加乳化剂可以提高饲粮脂肪及能量的消化率，改善饲料利用效率[3-4]。但乳化剂对仔猪生长性能的影响结果并不一致[4-5]，且

收稿日期：2016–08–11

基金项目：浙江省重点科技创新团队项目（2011R50025-1）

作者简介：邓 波（1972—），男，黑龙江呼兰人，副研究员，博士，从事动物营养与饲料研究。E-mail: hljdengbo@126.com

*通信作者：徐子伟，研究员，博士生导师，E-mail： xzwfyz@sina.com

添加水平与效果之间关系也不明确。

硬脂酰乳酸钠（sodium stearyl lactate，SSL）分子式为 $C_{24}H_{44}O_6Na$，是一种阴离子表面活性剂，被美国食品和药物管理局允许在面包中使用，目的是作为乳化剂与面粉中蛋白质相互作用，增强面团的筋力、弹性与改善气体保持性[6]。泰国曼谷动物研究中心试验得出，在商业肉鸡对照饲粮减少 10~13 kg/t 棕榈油的情况下添加 0.05%的 SSL 可使肉鸡达到与对照饲粮一样的生长性能[7]。本项研究通过探索添加不同水平 SSL 对仔猪生长性能、血清生化指标及养分表观消化率的影响，为其在断奶仔猪中应用提供科学依据。

1　材料与方法

1.1 供试材料

SSL：有效含量 98%，其中含钠仅 6%，商品名为 SOLMAX®50，由卜蜂金衣（上海）贸易有限公司提供。

1.2　试验设计

选择 25 日龄的“杜大长”断奶仔猪 336 头，试验猪个体称重、打耳号，按照体重、性别随机分成 6 组，每组 7 个重复，每个重复 8 头猪。其中对照组试验猪饲喂基础饲粮，另外 5 个组试验猪分别饲喂在基础饲粮中添加 250、500、750、1 000 和 2 000 mg/kg SSL 的饲粮。试验分为 2 个阶段，每阶段 21 d。基础饲粮为玉米–豆粕型，组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis)　　%

项目 Items	第 1 阶段 Phase 1	第 2 阶段 Phase 2
原料 Ingredients		
玉米 Maize	54.50	61.00
膨化大豆 Extruded soybean	8.00	13.00
豆粕 Soybean meal	16.00	15.00
乳清粉 Whey powder	5.00	
进口鱼粉 Imported fish meal	6.00	3.00
蔗糖 Sucrose	5.00	2.00
大豆油 Soybean oil	2.00	2.00
氧化锌 Zinc oxide	0.30	
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.70	1.35
石粉 Limestone	0.60	0.80
食盐 NaCl	0.30	0.40
预混料 Premix1)	1.60	1.45
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels2)		
粗蛋白 Crude protein	18.51	18.21
消化能 DE/(MJ/kg)	14.56	14.43
总赖氨酸 Total lysine	1.17	1.11
总蛋氨酸＋半胱氨酸 Total methionine+cysteine	0.68	0.67

总苏氨酸 Total threonine	0.72	0.71
钙 Calcium	0.78	0.89
有效磷 Available phosphorus	0.48	0.59

1)预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet：Cu (as copper sulfate) 150 mg，Zn (as zinc sulfate) 100 mg，Mn (as manganese sulfate) 20 mg，Fe (as iron sulfate) 120 mg，Se (as sodium selenite) 0.3 mg，I (as calcium iodate) 0.4 mg，VA 7 500 IU，VD_3 750 IU，VE 25 IU，VK_3 2.0 mg，VB_1 1.875 mg，VB_2 3.75 mg，VB_6 2.19 mg，VB_{12} 0.025 mg，烟酸 nicotinic acid 25 mg，泛酸 pantothenic acid 15.6 mg，叶酸 folic acid 2.0 mg，生物素 biotin 0.187 5 mg。

2) 营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 饲养管理

试验在浙江省农业科学院畜牧兽医研究海宁科技牧场进行。试验期间仔猪自由采食、自由饮水。日常饲养管理和免疫按常规程序进行。

1.4 测定指标

1.4.1 生长性能

试验预试期 3 d，正试期 42 d，分别在正试期开始时、第 21 天和结束时（第 42 天）对各重复试验猪个体进行空腹称重，记录各个重复的耗料量，分别计算试验前期和后期各重复的平均日增重、平均日采食量和料重比。

1.4.2 血清生化指标

于正试期第 42 天同一时间对试验仔猪进行采血，每个重复随机选取 2 头仔猪采用前腔静脉采血法取 10 mL 血液，室温放置 30 min，3 000 r/min 离心 15 min 制备血清，－20 ℃保存备用。采用南京建成生物工程研究所提供的试剂盒测定血清中总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、尿素氮（UN）、总胆红素（TBIL）、肌酐（CREA）、总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）含量以及谷丙转氨酶（ALT）、谷草转氨酶（AST）、碱性磷酸酶（AKP）活性。

1.4.3 养分表观消化率

在试验快结束时每个重复连续收粪 3 d，加入体积分数为 10%的酒石酸水溶液，防止氨气挥发，并采集饲粮样品，65 ℃烘 12 h、回潮 24 h 后粉碎过筛，利用盐酸不溶灰分方法测定氮、粗脂肪、干物质和能量的表观消化率。养分表观消化率计算如下：

$$D=100-[(A_1/A_2)\times(B_2/B_1)]\times100。$$

式中：D 为某养分表观消化率（%）；A_1 为饲粮中某养分含量（%）；A_2 为粪便中某养分含量（%）；B_1 为饲粮中盐酸不溶灰分含量（%）；B_2 为粪便中盐酸不溶灰分含量（%）。

1.5 数据统计及分析

试验数据采用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析（one way-ANOVA），Duncan 氏法进行多重比较，结果以“平均值±标准误”表示，以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 SSL 对仔猪生长性能的影响

由表 2 可知，添加不同水平的 SSL 对仔猪生长各阶段的平均日采食量和平均日增重无显著差异（P>0.05）。但与对照组相比，饲粮中添加 500、750 和 1 000 mg/kg SSL 能显著降低仔猪第 2 阶段料重比（P<0.05），且 1 000 mg/kg SSL 组全期料重比较对照组显著降低（P<0.05）。

表 2　SSL 对仔猪生长性能的影响

Table 2　Effects of SSL on growth performance of piglets

项目 Items	SSL 添加水平 SLL supplemental levels/（mg/kg）					
	0	250	500	750	1 000	2 000
始重 Initial weight/kg	7.67±0.22	7.57±0.23	7.67±0.18	7.50±0.20	7.58±0.10	7.61±0.11
第 1 阶段 Phase 1						
末重 Final weight/kg	11.10±1.28	11.30±1.28	10.87±0.59	10.82±0.90	11.34±0.26	11.37±0.59
平均日增重 ADG/g	164.97±65.46	179.62±56.69	156.74±29.10	163.26±39.58	180.65±15.22	180.55±29.48
平均日采食量 ADFI/g	302.28±78.38	331.27±89.17	302.56±41.22	298.33±52.27	319.33±24.69	324.26±38.56
料重比 F/G	1.94±0.42	1.88±0.18	1.96±0.22	1.85±0.17	1.77±0.12	1.81±0.13
第 2 阶段 Phase 2						
末重 Final weight/kg	21.34±1.74	21.58±2.50	21.86±0.88	21.86±1.40	22.29±0.93	22.52±1.19
平均日增重 ADG/g	477.59±29.87	488.89±77.35	516.38±45.39	527.55±48.26	525.99±40.85	535.75±41.06
平均日采食量 ADFI/g	832.22±83.47	802.27±110.04	810.73±69.69	813.33±64.28	832.03±53.69	869.99±59.87
料重比 F/G	1.74±0.10^{a}	1.65±0.11^{ab}	1.57±0.07^{b}	1.55±0.11^{b}	1.59±0.11^{b}	1.63±0.15^{ab}
全阶段 Total phase						
平均日增重 ADG/g	323.72±45.46	334.64±59.53	337.10±18.21	347.88±33.31	353.10±23.25	357.72±28.34
平均日采食量 ADFI/g	568.56±78.28	563.53±93.54	557.47±30.70	554.19±20.70	571.71±16.47	596.51±29.78
料重比 F/G	1.76±0.12^{a}	1.69±0.09^{ab}	1.66±0.08^{ab}	1.61±0.11^{ab}	1.62±0.08^{b}	1.67±0.14^{ab}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或者无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significantly different (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean not significantly different (P>0.05). The same as below.

2.2　SSL 对仔猪血清生化指标的影响

由表 3 可知，试验第 21 和 42 天，与对照组相比，2 000 mg/kg SSL 组血清 ALT 活性显著降低（P<0.05），其他各试验组有降低趋势，但未见显著差异（P>0.05）；血清 AST 活性仅在试验第 42 天 2 000 mg/kg SSL 组中显著降低（P<0.05），其他添加水平未见显著差异（P>0.05）；其他生化指标包括 TP、ALB 和 ALP 等各组间在试验第 21 与 42 天均未见显著差异（P>0.05）。

表 3　SSL 对仔猪血清生化指标的影响

Table 3　Effects of SSL on serum biochemical indices of piglets

项目 Items	时间 Time/d	SSL 添加水平 SLL supplemental levels/（mg/kg）					
		0	250	500	750	1 000	2 000
总蛋白 TP/（g/L)	21	41.31±4.98	42.33±2.84	48.46±5.67	46.24±7.1	43.78±7.24	42.81±7.53
	42	55.11±8.25	52.18±10.45	58.14±11.31	54.22±11.68	52.05±8.45	54.6±8.82
白蛋白 ALB/（g/L)	21	26.96±1.79	26.32±3.51	28.5±3.46	27.20±1.49	24.89±3.23	24.14±3.55
	42	32.59±3.34	29.71±5.31	32.57±4.62	30.50±4.61	28.62±4.68	32.05±5.83
谷丙转氨酶 ALT/（U/L）	21	27.62±9.37^{a}	25.83±9.32^{ab}	21.26±5.27^{ab}	24.43±6.25^{ab}	25.33±6.00^{ab}	18.98±4.94^{b}
	42	18.66±3.71^{a}	17.63±3.82^{ab}	16.99±4.50^{ab}	15.01±5.29^{ab}	15.99±0.93^{ab}	13.53±3.58^{b}
谷草转氨酶 AST/（U/L）	21	17.27±8.00	17.29±6.65	15.94±2.17	15.99±5.51	16.60±3.93	12.91±3.24
	42	11.91±1.79^{a}	12.12±0.82^{a}	10.44±2.80^{ab}	11.06±3.83^{ab}	10.10±3.09^{ab}	9.14±1.74^{b}
碱性磷酸酶 ALP/（U/L）	21	28.44±7.54	34.92±6.93	32.86±6.19	31.79±7.45	26.04±5.79	29.90±11.57
	42	22.51±3.20	25.77±3.98	23.88±4.77	21.52±3.71	22.06±3.69	22.54±3.30
总胆红素 TBIL/（mg/dL）	21	0.26±0.03	0.26±0.03	0.24±0.02	0.35±0.09	0.24±0.03	0.24±0.06
	42	0.24±0.04	0.23±0.03	0.20±0.04	0.21±0.03	0.24±0.05	0.21±0.03
尿素氮 UN/（mmol/L)	21	4.43±0.37	4.31±0.37	5.3±0.56	4.98±0.73	5.44±0.79	5.32±0.21
	42	4.55±0.70	4.26±0.43	5.14±0.88	5.01±0.68	5.18±0.41	4.99±0.49
肌酐 CREA/（μmol/L）	21	89.12±8.06	92.97±12.17	92.03±8.97	97.24±9.01	95.40±15.44	92.18±9.59
	42	111.4±14.86	107.26±10.06	117.53±15.79	111.24±10.30	110.30±19.48	113.12±18.34

2.3 SSL 对仔猪血清脂质代谢的影响

由表 4 可知，与对照组相比，试验第 21 天，添加高水平 SSL（1 000 和 2000 mg/kg）使得血清 TC、TG 含量有降低趋势，但差异不显著（P>0.05）；试验第 42 天，2 000 mg/kg SSL 组血清 HDL-C 含量及 HDL-C/LDL-C 值较对照组显著提高（P<0.05），而试验组血清 LDL-C 含量较对照组无显著差异（P>0.05）。

表 4 SSL 对仔猪血清脂质代谢的影响

Table 4 Effects of SSL on serum lipid metabolism of piglets

项目 Items	时间 Time/d	SSL 添加水平 SLL supplemental levels/（mg/kg）					
		0	250	500	750	1 000	2 000
总胆固醇 TC/（mmol/L)	21	1.95±0.25	1.75±0.06	1.94±0.24	1.91±0.39	1.88±0.32	1.82±0.20
	42	2.14±0.37	2.06±0.26	2.03±0.20	1.96±0.19	1.85±0.19	1.93±0.24
甘油三酯 TG/（mmol/L)	21	0.32±0.12	0.24±0.13	0.37±0.30	0.26±0.14	0.30±0.19	0.27±0.08
	42	0.26±0.12	0.22±0.09	0.29±0.11	0.30±0.09	0.27±0.13	0.29±0.10
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/（mmol/L)	21	0.72±0.27	0.66±0.31	0.97±0.23	0.80±0.11	0.76±0.14	0.76±0.09
	42	1.05±0.20^{b}	1.04±0.14^{b}	1.24±0.37^{ab}	1.24±0.38^{ab}	1.10±0.22^{ab}	1.39±0.39^{a}
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/（mmol/L)	21	0.35±0.07	0.37±0.18	0.35±0.15	0.32±0.09	0.35±0.03	0.40±0.11
	42	0.37±0.12	0.39±0.24	0.35±0.12	0.33±0.14	0.27±0.09	0.31±0.08
高密度脂蛋白胆固醇/低密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/LDL-C	21	2.00±1.04	2.03±1.23	3.18±1.57	2.63±0.84	1.95±0.44	1.96±0.42
	42	3.16±1.00^{b}	2.61±1.74^{b}	3.88±1.32^{ab}	4.02±1.19^{ab}	4.05±0.81^{ab}	4.82±1.57^{a}

2.4 SSL 对仔猪养分表观消化率的影响

由表 5 可知，与对照组相比，饲粮中添加 SSL 能显著提高仔猪试验第 42 天粗脂肪表观消化率（P<0.05），且当添加水平达到 750、1 000 和 2 000 mg/kg 时，粗脂肪表观消化率显

著高于对照组和 250 mg/kg SSL 组（P<0.05）。2 000 mg/kg SSL 组能量表观消化率显著高于对照组（P<0.05），但与其他组无显著差异（P>0.05）；同样，添加水平达到 2 000 mg/kg 时，氮表观消化率显著高于对照组和 250 mg/kg SSL 组（P<0.05）。

表 5　SSL 对仔猪养分表观消化率的影响

Table 5　Effects of SSL on apparent digestibility of nutrients of piglets　　%

项目 Items	SSL 添加水平 SLL supplemental levels/（mg/kg）					
	0	250	500	750	1 000	2 000
粗脂肪表观消化率 Apparent digestibility of EE	62.83±4.48[c]	68.11±1.52[b]	73.11±2.94[ab]	74.65±3.88[a]	75.69±1.57[a]	77.46±2.57[a]
干物质表观消化率 Apparent digestibility of DM	79.78±4.85	80.83±2.30	80.87±1.19	81.90±4.27	82.01±1.44	84.43±2.37
能量表观消化率 Apparent digestibility of GE	78.14±3.81[b]	80.48±2.08[ab]	80.63±5.12[ab]	81.63±4.29[ab]	81.66±1.39[ab]	85.34±0.70[a]
氮表观消化率 Apparent digestibility of N	76.57±5.97[b]	76.76±2.01[b]	77.80±5.77[ab]	78.27±5.24[ab]	78.93±1.91[ab]	83.09±0.43[a]

3　讨　论

3.1　SSL 对仔猪生长性能的影响

乳化剂能提高仔猪饲料的利用率，对仔猪生长有一定的促进作用。本试验发现，SSL 有降低仔猪第 2 阶段及全期料重比的趋势，且当添加水平为 1 000 mg/kg 时差异显著。SSL 虽然对仔猪生长各阶段的平均日增重、平均日采食量无显著影响，但在生长第 2 阶段及全期有增加上述指标的趋势，此结果与前人的研究结果相似。Danek 等[5]在断奶仔猪饲粮中添加 0.1%卵磷脂 28 d 后发现，仔猪平均日增重提高了 6.7%、料重比降低了 29.2%。曾丹等[8]在断奶仔猪饲粮中添加 800 mg/kg 的乳化剂，料重比比对照组显著降低了 6.99%，但平均日增重无显著差异。然而，乳化剂对仔猪生长性能的影响结果并不完全一致。Xing 等[4]在含有 5%猪油饲粮中添加 0.02%的乳化剂（溶血卵磷脂）发现，虽然仔猪试验第 2 阶段（15~35 日龄）平均日增重显著提高，但平均日采食量和料重比并没有改善。De Rodas 等[9]也发现，虽然在断奶仔猪饲粮中添加乳化剂能提高第 7~14 天仔猪的平均日增重及平均日采食量，但对第 1~7 天、第 8~21 天和第 22~35 天的平均日增重、平均日采食量及料重比并无显著影响。Zhao 等[10]在添加牛油的断奶仔猪饲粮中分别添加 0.05%和 0.10%的溶血磷脂发现，0.10%溶血磷脂提高了断奶后第 1~14 天、第 15~35 天和第 1~35 天的平均日增重，但只在第 15~35 天降低了料重比，对平均日采食量和其他阶段的料重比无显著影响。造成效果差异原因一方面可能与饲粮中添加的脂肪酸碳链的长短、饱和程度相关，另一方面与乳化剂的种类、添加水平及饲喂阶段有关。

3.2　SSL 对仔猪血清生化指标的影响

ALT 和 AST 活性是肝功能检测的重要指标，它们主要是催化氨基酸脱氢基反应，可用

于反映肝细胞损伤程度和蛋白质的利用能力[11-12]。本研究发现仔猪饲喂SSL有降低血清ALT和AST活性的趋势，特别是添加水平达到2 000 mg/kg时最为显著。SSL改善仔猪肝功能的具体原因尚不明确，可能与免疫功能的提高有关[13]。

3.3　SSL对仔猪血清脂质代谢的影响

HDL-C 反映脂类在体内的分解和转运状况，同时可以反映肝脏脂肪代谢情况；LDL-C是向组织转运肝脏合成的内源性胆固醇的主要形式；HDL-C/LDL-C值是衡量机体脂肪含量的指标，与心血管疾病呈负相关[14]。乳化剂对血清脂质代谢的影响已有较多报道，结果大体一致但也有略微差异。Won-Tae等[15]发现饲喂5%卵磷脂28 d能显著降低血清TC和LDL-C含量，提高血清TG含量。Huang等[16]研究表明，肉鸡饲粮中添加大豆卵磷脂降低了血液中TC和LDL-C含量，而HDL-C和TG含量显著提高。杨丹丹等[17]在试验饲粮中添加0.1%溶血磷脂，肉鸡血清游离脂肪酸、HDL-C含量显著提高，血清TG、LDL-C含量以及HDL-C/LDL-C值显著降低。Jones等[18]发现添加卵磷脂能降低仔猪血清LDL-C含量，然而溶血性卵磷脂作用却正好相反。本研究以SSL作为乳化剂发现，其能显著提高仔猪血清HDL-C含量及HDL-C/LDL-C值，但只有长时间、高添加水平效果才显著。研究结果提示SSL对脂质代谢的作用可能和乳化剂类型、作用时间及添加水平有关。

3.4　SSL对仔猪养分表观消化率的影响

乳化剂对养分表观消化率影响的报道不尽相同。Soares等[19]发现在使用大豆油的断奶仔猪饲粮中添加10 g/kg卵磷脂对干物质、粗蛋白质及矿物元素消化率没有显著影响；Overland等[20]也在对生长猪的研究中发现类似的结果。然而Danek等[**错误!未定义书签。**]在添加植物脂肪的仔猪饲粮中添加卵磷脂4周后发现粗蛋白质、粗纤维、粗灰分、粗脂肪的消化率有增加趋势。Zhao等[10]在使用牛油的断奶仔猪饲粮中分别添加0.05%和0.10%的溶血磷脂发现，无论是第1~14天还是第15~35天均显著提高了干物质、氮、总能和粗脂肪的表观消化率。造成这种差异的原因可能和乳化剂及饲粮中脂肪类型有关。Jones等[**错误!未定义书签。**]发现卵磷脂或溶血性磷脂能提高豆油、牛油的消化率，但对含猪油饲粮影响不显著。本研究也发现各添加水平SSL都能显著提高仔猪对粗脂肪的消化率，但只有当添加水平达到2 000 mg/kg时，氮及能量的消化率才显著提高。

4　结　论

① 饲粮中添加SSL能够提高仔猪第2阶段及全期料重比，其中以较高添加水平（1 000 mg/kg）效果最显著。

② 饲粮中添加SSL能够提高仔猪对饲料养分，特别是粗脂肪的表观消化率。

参考文献：

[1] LEWIS D S,OREN S,WANG X,et al.Developmental changes in cholesterol 7alpha-and 27-hydroxylases in the piglet[J].Journal of Animal Science,2000,78(4):943–951.

[2] POLIN D.Increased absorption of tallow with lecithin[J].Poultry Science,1980,59(7):1652.
[3] 张华伟,赵舰.饲用乳化剂在畜禽饲料中的使用[J].饲料研究,2007(7):69–70.
[4] XING J J,VAN HEUGTEN E,LI D F,et al.Effects of emulsification,fat encapsulation,and pelleting on weanling pig performance and nutrient digestibility[J].Journal of Animal Science,2004,82(9):2601–2609.
[5] DANEK P,PASEKA A,SMOLA J,et al.Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning[J].Czech Journal of Animal Science,2005,50(10):459–465.
[6] 刘辉,高耀斌.表面活性剂在食品工业中的应用[J].辽宁化工,2003,32(9):400–401.
[7] BANGKOK ANIMAL RESEARCH CENTER CO.,LTD..Effect of SOLMAX®50 on growth performance of broilers[R].Bangkok:Bangkok Animal Research Center Co.,Ltd.,[2015].
[8] 曾丹,吴先华,刘桂武,等.乳化剂对断奶仔猪生长性能及血清生化指标的影响[J].养猪,2013(3):12–13.
[9] DE RODAS B Z,MAXWELL C V,BROCK K S.Exogenous emulsifiers in early weaned pig diets[R].Oklahoma:Oklahoma State University,1995.
[10] ZHAO P Y,LI H L,HOSSAIN M M,et al.Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance,nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs[J].Animal Feed Science and Technology,2015,207:190–195.
[11] 扈添琴,韩兆玉,王群,等.酶制剂和植物甾醇复合物对泌乳奶牛生产性能和血清指标的影响[J].动物营养学报,2014,26(1):236–244.
[12] 金宇,胡宏章.AST/ALT 比值与肝硬化的相关性探讨[J].热带医学杂志,2011,11(10):1144–1146.
[13] 刘兆阳,王建平,刘宁.乳化剂对肉鸡肠道菌群及免疫功能的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(8):60–63.
[14] CASTELLI W P,DOYLE J T,GORDON T,et al.HDL cholesterol and other lipids in coronary heart disease.The cooperative lipoprotein phenotyping study[J].Circulation,1977,55(5):767–772.
[15] WON-TAE K,PRASHANT S,BYUNGJO C.Effect of lecithin with or without chitooligosaccharide on the growth performance,nutrient digestibility,blood metabolites and pork quality of finishing pigs[J].Canadian Journal of Animal Science,2008,88(2):283–292.
[16] HUANG J,YANG D D,GAO S D,et al.Effects of soy-lecithin on lipid metabolism and hepatic expression of lipogenic genes in broiler chickens[J].Livestock Science,2008,118(1/2):53–60.
[17] 杨丹丹,黄进,王恬.日粮中添加溶血卵磷脂对肉仔鸡脂类代谢的影响[J].福建农林大学学报:自然科学版,2008,37(4):394–398.
[18] JONES D B,HANCOCK J D,HARMON D L,et al.Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility,serum lipids,and growth performance in weanling pigs[J].Journal of Animal Science,1992,70(11):3473–3482..

[19] SOARES M,LOPEZ-BOTE C J.Effects of dietary lecithin and fat unsaturation on nutrient utilisation in weaned piglets[J].Animal Feed Science and Technology,2002,95(3/4):169–177.
[20] OVERLAND M,TOKACH M D,CORNELIUS S G,et al.Lecithin in swine diets: Ⅱ.Growing-finishing pigs[J].Journal of Animal Science,1993,71(5):1194–1197.

Effects of Dietary Sodium Stearyl Lactate Supplementation on Growth Performance, Serum Biochemical Indices and Nutrient Apparent Digestibility of Weaning Piglets

DENG Bo WU Jie GUO Hongbing LYU Jinhui XU Ziwei*
(*Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science*, *Zhejiang Academy of Agricultural Sciences*, *Hangzhou* 310021, *China*)

Abstract: This experiment was conduct to study the effects of dietary sodium stearyl lactate (SSL) supplementation on growth performance, serum biochemical indices and nutrient apparent digestibility of weaning piglets. A total of 336 weaning piglets with 25 days old were randomly assigned to 6 groups with 7 replicates each and 8 piglets in each replicate by body weight. The supplemental levels of SSL were 0, 250, 500, 750, 1 000 and 2 000 mg/kg, respectively. The whole experiment was divided into two phases with 21 days each. Growth performance, the activities of alanine transaminase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST), total cholesterol content, as well as the apparent digestibility of nitrogen, crude fat, energy and dry matter were measured in this experiment. The results showed as follows, compared with control group, 1) dietary supplementation of 500, 750 and 1 000 mg/kg SSL significantly decreased the ratio of feed to gain (F/G) of pigs in phase 2 (P<0.05), and dietary supplementation of 1 000 mg/kg SSL significantly decreased F/G around the total phase (P<0.05). 2) Dietary supplementation of SSL showed a tendency to decrease the activities of AST and ALT, and increase the high density lipoprotein cholesterol and the ratio of high density lipoprotein cholesterol to low density lipoprotein cholesterol, while to reach a significant level at 2 000 mg/kg (P<0.05). 3) The crude fat apparent digestibility was significantly increased by SSL supplementation (P<0.05) and the apparent digestibility of energy and nitrogen was also enhanced especially when the addition level up to 2 000 mg/kg (P<0.05). In conclusion, dietary supplementation of SSL decreases the F/G and increases nutrient apparent digestibility especially the digestibility of crude fat of piglets.

Key words: sodium stearyl lactate; piglet; fat; nutrient apparent digestibility; serum biochemical indices

*Corresponding author, professor, E-mail: xzwfyz@sina.com (责任编辑 田艳明)